Desde el espacio

Desde el martes pasado orbita la Tierra el satélite argentino SAC-C de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (en conjunto con la NASA y agencias espaciales de Dinamarca, Francia, Brasil e Italia), que costó 45 millones de dólares y cuatro años de trabajo. En el diálogo mensual con científicos argentinos, *Futuro* conversó con el ingeniero Fernando Hisas, gerente de proyectos de la Conae, quien contó detalladamente las características del flamante satélite criollo además de sus planes para los próximos años.

Image Bank

Desde el espacio

POR LEONARDO MOLEDO

Fernando Hisas es ingeniero y gerente de Proyectos de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (Conae).

–Usted es el gerente de proyectos de la Conae. ¿Por qué no me cuenta lo que hace?

–Así es.

–¿Y qué es lo que hace en la Conae? Se ocupa de todos los proyectos, supongo.

–Los equipos técnicos de la Conae están divididos en siete grupos según la especialidad y dependen de la gerencia de gestión tecnológica. Por otra parte, están los proyectos que hacen uso de esos recursos técnicos, que dependen de la Gerencia de Proyectos. Y los proyectos hacen uso de esos recursos técnicos de acuerdo con las necesidades. Mi responsabilidad es la administración de los proyectos, desde los grandes a los medianos como la instalación de una antena en la Estación Terrena Córdoba, hasta chicos, como puede ser un proyecto de aplicación de la información espacial.

–Ahora están todos un poco nerviosos.

–Bastante, sí, estos eventos son momentos claves en la historia de esta institución.

–Cuénteme sobre el proyecto del SAC-C.

–Es un proyecto que nace en el año '94, se define en el '95 y desde entonces hasta ahora se han cumplido una serie de etapas, pero bueno detrás de cada una está el trabajo de muchísima gente... Hay que tener en cuenta que éste es el tercer lanzamiento. El primero fue el SAC-B en el '96 y luego el SAC-A en el '98. Este es un satélite de un perfil que de alguna manera encierra una ambición mucho mayor...

–En este caso, ¿cuál es éste?

–Este es el SAC-C. Bueno, le decía que el SAC-B era un satélite científico y el SAC-A era un satélite tecnológico, en cambio con el SAC-C pretendemos un satélite operacional.

SATELITE OPERACIONAL

–Cuénteme qué es un satélite operacional.

–Es un satélite que pueda brindar servicios de teleobservación a determinados sectores tecnológicos y productivos para los cuales el satélite fue diseñado, y que lo haga a lo largo de toda su vida útil.

–Que es...

–Se estima un mínimo de 4 años.

–Aunque nunca se sabe.

–Nunca se sabe en los dos sentidos. Hay ocasiones en las que ocurren imprevistos que la cortan y hay misiones proyectadas para cuatro años y que están prestando servicios 15 años después. El cálculo de la vida útil se hace a partir del comportamiento de los materiales en el espacio, que parte de información estadística y que, bueno, tienen esa incerteza.

–¿Por qué no me describe el satélite?

–El SAC-C puede considerarse un satélite importante; la gente de la NASA nos dice que nos introduce en las "ligas mayores". Pesa 475 kilos, mide un metro 80 de altura, lleva varios instrumentos, tres de los cuales son argentinos, construidos en la Argentina, igual que el satélite. Y esos instrumentos son tres cámaras de observación que están mirando a la Tierra para observar determinados procesos en tierra para, luego, dar información.

–Bueno, se supone que ahora yo tengo que decirle ¿por qué no me describe los instrumentos?

–Y se supone que yo tengo que describirlos, ¿no?

–Sí.

–La cámara principal se llama MMRS (Multispectral Medium Resolution Scanner) y es una cámara de una resolución media: 175 metros. Esto significa que cada píxel de imagen representa en tierra un cuadro de 175 x 175 y es una resolución intermedia entre satélites como el Landsat y los de baja resolución, como los meteorológicos. Esto es así porque su diseño se ha hecho mirando la realidad agropecuaria en nuestra región, donde las parcelas son grandes para esta resolución. En Europa probablemente no serviría. Mmmm... bueno, qué más: la cámara posee cinco bandas, cuatro en el rango óptico y una en el infrarrojo cercano, con las cuales será posible hacer estudios en temáticas vinculadas con la agricultura, el medio ambiente y el monitoreo de emergencias, como el caso de incendio de bosques y sobre todo inundaciones.

–¿Por qué sobre todo?

–Porque el caso incendios, bueno, incendios está enfocado con dos cámaras y ya estoy presentando a la otra cámara, que es de alta sensibilidad, y entre las dos complementan muy bien los dos tipos de emergencia. Y la tercera cámara es una cámara en blanco y negro, una cámara que tiene cuarenta metros de resolución y, con esta cámara, se hace una mezcla entre la de alta resolución y la otra y simulamos una imagen de alta resolución. Esta mezcla permite acercarse a cubrir algunas áreas que están reservadas a satélites de alta resolución en algunas aplicaciones: permite reconocimiento de formas. Por ejemplo, si yo estoy mirando la costa del mar, la puedo obtener con una resolución mayor, aunque la información, el coloreo, corresponda a una resolución menor.

–Y ésos son los tres aparatos del SAC-C.

–Estas son las tres cargas argentinas y esto por qué lo digo.

–Bueno, no lo sé.

–Pero yo sí: porque el SAC-C tiene dos socios principales, la NASA y la Conae, y el acuerdo es el mismo que en los otros casos. Lo construye completamente la Argentina; la NASA lo pone en órbita y la carga útil se comparte.

–¿Y se comparte?

–Sí. En este caso con Francia, Brasil, Italia y Dinamarca, y hay instrumentos de ellos, salvo en el caso de Brasil, que participó facilitando las instalaciones que ellos tienen para los ensayos del satélite.

...“la Conae ha hecho una demostración clara de que se pueden hacer muchas cosas acá. Este es el tercer satélite, ya estamos con un satélite operacional, se ha formado un grupo humano muy calificado, que ha merecido los mejores elogios de nuestros socios internacionales. La Estación Terrena Córdoba es una de las más modernas que hay operando en el mundo, si no la más".

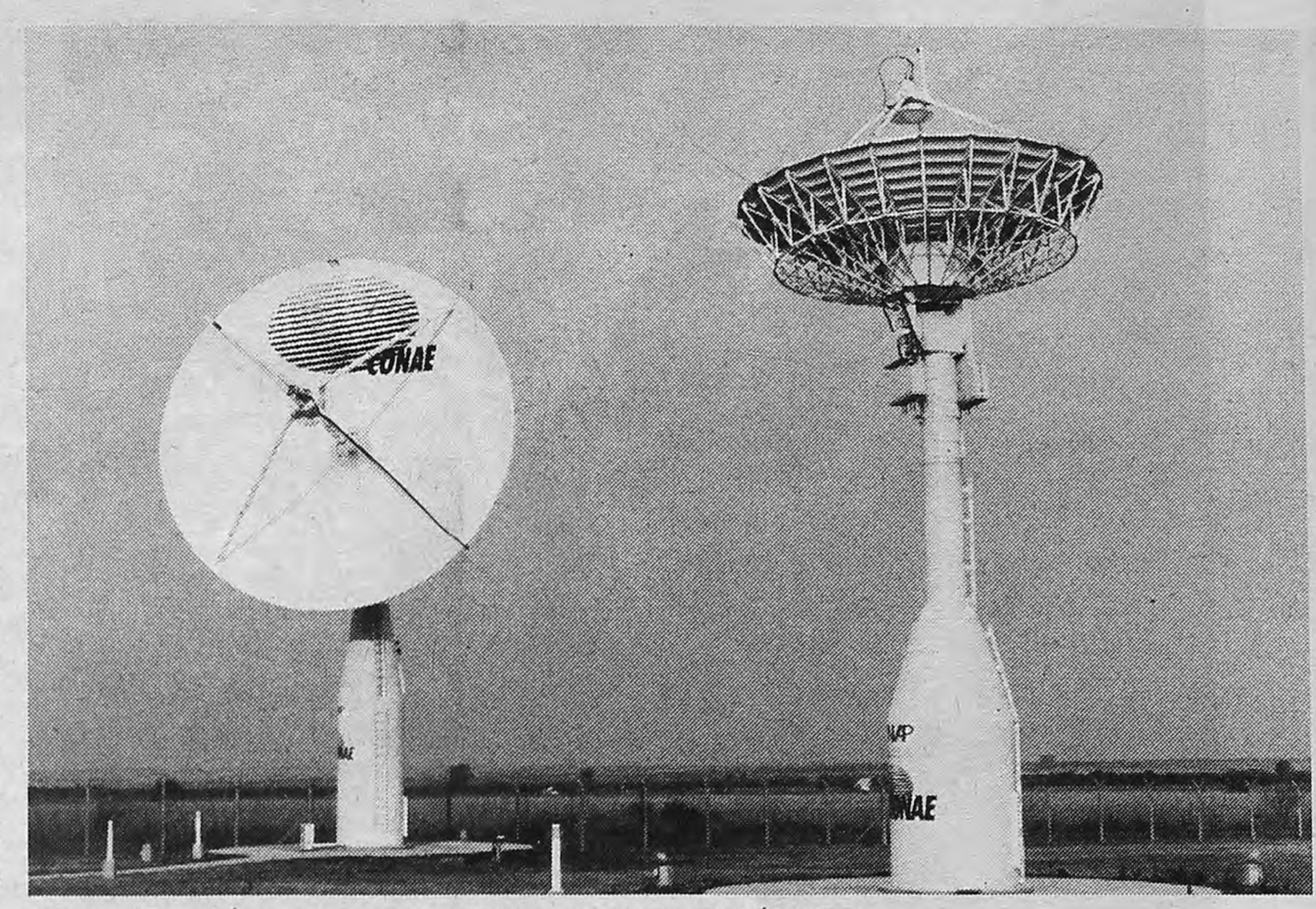
ENSAYOS

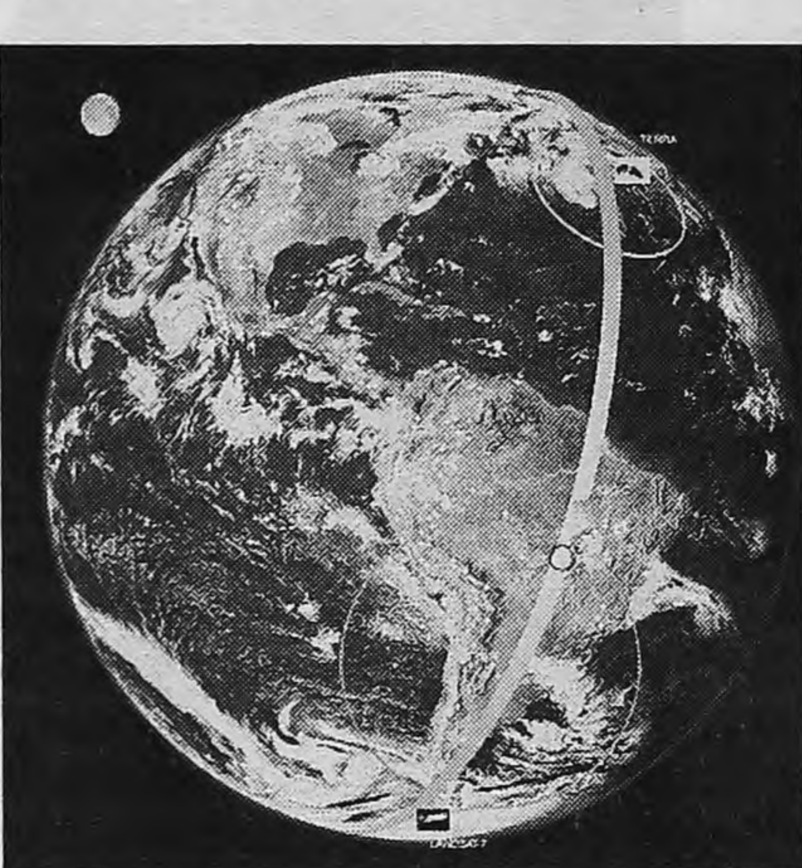
–¿Cómo son los ensayos de un satélite?

–Hay que someterlo a las condiciones que va a sufrir en el lanzamiento y en el espacio: vibraciones muy intensas, de varias veces la aceleración de la gravedad, cosa que en toda la etapa de diseño hay que tener en cuenta. Se hace un modelo estructural para verificar lo que se va a lanzar y se lo somete en mesas vibratorias a las mismas condiciones que en el lanzamiento, vibraciones de tipo acústico, de choque, por ejemplo los procesos de separación de las etapas del cohete que lo lanza significan aceleraciones intensas de tipo golpe, que deben ser previstas.

–Aceleraciones de cuánto.

–Arriba de diez *g*, es decir, diez veces la aceleración de la gravedad. Pero es un solo ensayo. Hay otros, ya no de lanzamiento sino de comportamiento en el espacio, por ejemplo sobre el comportamiento térmico. Fíjese que en el espacio la cara que da al sol está sometida a temperaturas superiores a los 140 grados. Y cuando está en eclipse (es decir, cuando no le da el sol), tienen temperaturas exteriores menores que 100 grados.





ARRIBA: ESTACIÓN TERRENA DE FALDA DEL CARMEN, EN CÓRDOBA.
DERECHA: CIENTÍFICOS ULTIMANDO LOS PREPARATIVOS ANTES DEL LANZAMIENTO DEL SATELITE ARGENTINO EN LA BASE DE LA NASA (CALIFORNIA, ESTADOS UNIDOS), QUE FORMARA PARTE DE LA LLAMADA "CONTELACION MATUTINA".

–¿Y cómo se hace para que aguante esas diferencias?

–Bueno, hay un diseño térmico que garantiza que se mantenga en un rango operativo de entre 0 y 40 grados, para lo cual se trabaja con la pintura, con blancos y negros, y con mantas térmicas, y en el interior se usan calefactores. A veces es necesario gastar energía eléctrica para calefaccionar. Se trata en lo posible de que todo el proceso de control térmico sea pasivo, pero en algunas partes hace falta, como en las baterías, que definen la vida útil, y es importante mantenerlas.

–¿Las baterías cómo son?

–Tenemos una generación de casi 500 watts a través de los paneles solares, que brindan energía a todos los sistemas, y que cargan las baterías cuando hay sol. Y cuando no hay sol, la energía de las baterías siguen alimentando al satélite. Los paneles solares son de arseniuro de galio, que tienen más eficiencia que las típicas celdas de silicio, y las baterías son en realidad una batería de celdas de níquel e hidrógeno.

LOS OTROS INSTRUMENTOS

–Hay varios instrumentos importantes de tipo científico. Por el lado NASA un instrumento llamado GOLPE, que es un sistema que permite recibir la información de los satélites GPS (GPS significa "sistemas de posicionamiento global") y la refleja en tierra, con el cual se quiere evaluar si a través de las reflexiones de las señales en la Tierra podemos sacar información de la atmósfera y de la ionosfera. Es muy interesante otro instrumento importante –y ahí es donde entra Dinamarca–. Se trata del Magnetic Mapping Payload... bueno, son instrumentos relacionados con la medición del campo magnético terrestre. Pero lo interesante es que estos instrumentos requieren estar completamente alejados de cualquier elemento que altere el campo magnético terrestre, incluyendo al mismo satélite, y por eso cuando está en órbita, se le da una orden y se desenrosca, se expande y se pone a suficiente distancia como para que el satélite no lo afecte. Es un mástil de 8 metros. Y fue un lío, un verdadero desafío, porque manejar un eje tan largo que tiene su propia dinámica y sus propios modos de comportamiento mecánico fue una complicación enorme. Y bueno, todo este tipo de problemáticas forman parte del diseño.

–Que se hizo aquí.

–El diseño, y la fabricación se hizo también. Igual que con el SAC-A y el SAC-B. La Conae hizo un contrato con Invap y en los tres casos se dio que el diseño lo hizo la Conae y el Invap hizo los aspectos de ingeniería de detalle y de construcción. Manteniendo la Conae el control de todo el proyecto.

–Y dígame, ¿cuánto cuesta un proyecto de este tipo?

–El satélite puesto en órbita, 70 millones. La Argentina puso la mitad o más de la mitad, pero el resto sale de la asociación cooperativa internacional, la NASA a través del lanzamiento y los socios a través de sus instrumentos o de los ensayos.

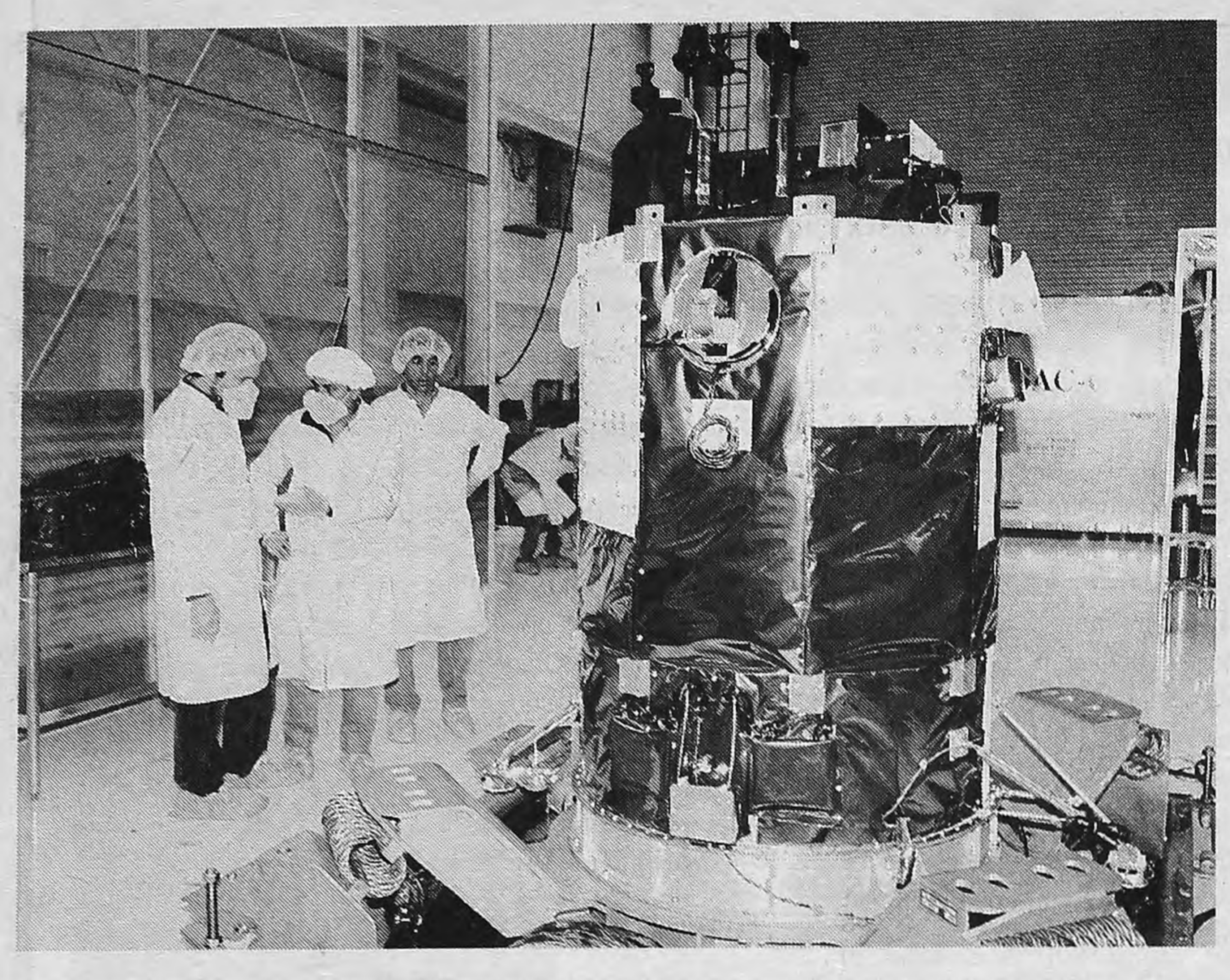
MUCHOS SATELITES

–¿Se lanzó el SAC-C sólo o se lanzaron varios de un saque?

–Fue un lanzamiento dual: se ponen en órbita dos satélites juntos, el SAC-C y el EO1 norteamericano. El EO1 es un satélite muy importante, es el primer satélite de una nueva generación llamada *new millenium*, es un satélite que prueba tecnologías completamente nuevas, que si tienen éxito... bueno, podrían dar origen a nuevos enfoques, diferentes, en cuanto a diseño óptico, a tratamiento de la información. La idea es que el EO1 esté en la misma órbita y vaya pegado al Landsat 7, con muy pocos minutos de diferencia. En esa misma órbita ya hay otro satélite norteamericano llamado Terra. Hemos sido invitados a integrar este tándem y los cuatro satélites van a formar parte de la primera constelación de satélites de observación de la Tierra que se haya hecho. Están los cuatro en trencito y se los va a poder observar con una diferencia de media hora entre el primero y el último. Lo cual es importante, porque cuando uno observa la Tierra se encuentra con realidades cambiantes, porque llueve, puede estar nublado y, así, se puede tener imagen con uno y no con otro. Tener los cuatro satélites pasando casi simultáneamente permite hacer una observación comparativa y una calibración cruzada, que de alguna manera es una experiencia inédita; se podría decir que inédita a nivel mundial en lo que hace a constelaciones de satélites de observación de la Tierra para seguir procesos ambientales, agropecuarios, forestales. Es el primer caso.

–Ya no me acuerdo cómo salió esto... estábamos hablando de los otros instrumentos.

–Sí. En el SAC-C además hay un instrumento francés llamado Icare para medir la influencia de la radiación espacial en los instrumentos electrónicos, uno italiano, para hacer una experiencia de navegación satelital y hay también





una cámara estelar que es también un sistema de navegación que mira a las estrellas, de muy alta precisión.

REGIMEN DE VISITAS

–¿Cuántos satélites habrá allí arriba?

–Deber haber una cantidad que fácilmente puede estar cerca de mil y no creo que me equivoque por mucho.

–¿A qué altura está el SAC-C?

–A 710 km, aproximadamente, y tiene una órbita polar. Da una vuelta en aproximadamente una hora y media. O sea cuando va pasando y mirando la Tierra, va cubriendo una franja de tierra de 360 km. La vuelta siguiente no cubre la misma franja, porque la Tierra giró y la órbita se diseña de tal modo que, al cabo de un cierto tiempo, cubre toda la Tierra y vuelve a pasar por el mismo sitio: eso es lo que se llama "tiempo de revisita", que en caso del SAC-C es de nueve días.

–¿Y barre especialmente la Argentina?

–La cobertura es global, barre igual la Argentina que cualquier otro lado, lo cual es interesante para nosotros, porque puede ser importante saber qué pasa con la soja en Australia o en Estados Unidos y el satélite tiene una memoria que permite bajar la información en la Estación Terrena Córdoba.

–Pero usted me había dicho que el poder de resolución era apropiado para el tamaño de los cultivos en la Argentina, aunque no de otras partes.

–Es verdad, pero para el caso de producciones globales es lo mismo.

LA INFORMACION

–¿Y la información? ¿Cómo es el asunto, a quién pertenece?

–Digamos que para observar la Tierra por encima de la atmósfera no hay legislación y no hay nada que impida relevar este tipo de información. No podríamos hacerlo con un avión y, de hecho, la Argentina está siendo observada por satélites. Bueno, nosotros podemos hacer lo mismo y de hecho el SAC-C va a hacerlo. La información la vamos a bajar nosotros. Es nuestra. De hecho el SAC-C prende el transmisor cuando nosotros le decimos y baja la información cuando nosotros le decimos. La estación de control es única y está en Córdoba. Vamos a controlar el satélite no sólo desde el punto de vista operativo, sino también desde el bajado de imágenes y todo lo demás.

–¿Cómo andamos desde el punto de vista espacial?

–Me parece que la Conae ha hecho una demostración clara de que se pueden hacer muchas cosas acá. Este es el tercer satélite, ya estamos con un satélite operacional, se ha formado un grupo humano muy calificado, que ha merecido los mejores elogios de nuestros socios internacionales. La Estación Terrena Córdoba es una de las más modernas que hay operando en el mundo, si no la más.

USUARIOS

–¿No es un poco exagerado? La más...

–No, es bastante lógico, porque es una de las últimas. En toda instalación donde la informática juega un rol protagónico, el último es el más moderno. Lo que es importante destacar –y esto lo dicen nuestros usuarios– es que es una estación que brinda un servicio muy bueno; el promedio de tiempo difícilmente pase de la semana y nosotros estamos en los dos días, con la imagen ya procesada y en el escritorio del usuario.

–¿Y quiénes son los usuarios?

–Depende, pero sin ninguna duda la agricultura es la que se lleva la mayor cantidad de imágenes. El INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), la Secretaría de Agricultura, la Dirección de Aplicaciones de Información Satelital de la Provincia de Buenos Aires.

–¿Qué presupuesto tiene el plan espacial?

–Lo previsto en el plan tenía un promedio de unos setenta millones por año previstos y la realidad estuvo en la mitad, pero pudimos compensarlo con aporte de terceros, y hubo que postergar proyectos, como la construcción de un laboratorio de integración y ensayo que no pudimos construir, que significa aparatos muy grandes.

FUTURO

–Bueno, haciendo honor al nombre de este suplemento... ¿Y el futuro? ¿Qué viene ahora?

–Después del SAC-C tenemos, a nivel satélite, dos proyectos ambiciosos. Uno es el Saocom: un satélite de observación de la Tierra, pero con tecnología de radar de apertura sintética, que no trabaja en el rango óptico sino en el de las microondas. Está previsto que integre otra constelación, junto con una constelación italiana que forme parte de una constelación ítalo-europea. Vamos a integrar la constelación y vamos a recibir toda la información, y vamos a poder monitorear emergencias con una frecuencia mejor que diaria.

–¿Para cuándo?

–Está previsto para el 2004. Y el otro proyecto ambicioso es un satélite en el rango óptico que estamos conversando con Brasil y con España, pensado básicamente para agricultura. El objetivo central es que tenga una revisita de cuatro días y esto sería quizá para el 2004 o el 2005. Cuatro años es un plazo razonable. Justamente hoy mismo me estoy yendo para España para tratar ese tema.

–¿Y proyectos modestos?

–Una estación en Ushuaia para telemetría y telecomando, esto es algo que se tuvo que postergar, y tener ahí una estación podría ser realmente fantástico porque sería la estación más austral del mundo de telemetría y observación, fuera de la Antártida. No es un problema de record, sino de que, cuando más cerca del polo se está, se pueden cubrir mejor las distintas pasadas de un satélite en órbita polar. Bueno, tenemos mucho interés en ese proyecto, pero hay muchos otros, como por ejemplo el laboratorio de integración y ensayos. Y hay más.

–¿Por qué no me los cuenta?

–Porque pierdo el avión.

NOVEDADES EN CIENCIA

¿DINOSAURIOS VENENOSOS?



NewScientist Los dinosaurios nunca dejarán de sorprendernos, y cada tanto se ganan un lugarcito en este suplemento: ahora parecería que algunos de ellos eran venenosos. Al menos, eso es lo que sugieren dos paleontólogos mexicanos que acaban de tropezar con una evidencia bastante interesante: un antiquísimo diente acanalado. Así es, hace poco, Francisco Aranda Manteca y Rubén Rodríguez de la Rosa –de la Universidad de Baja California, en Ensenada, México– descubrieron un diente de dos centímetros en una capa rocosa de entre 70 y 80 millones de años. La pieza es bastante curva, chata y afilada. Según Aranda Manteca habría pertenecido a un terápodo, la familia de dinosaurios a la que pertenecían los tiranosaurios o los velociraptor. Pero lo más interesante es que el diente tiene un pequeño surco longitudinal, muy parecido al que tienen los colmillos de algunas serpientes venenosas actuales, como las cobras. Es más, su aspecto general es similar a esos colmillos. Y por eso, estos paleontólogos mexicanos sospechan que la anónima criatura podría haber inyectado veneno al morder a sus víctimas. El hallazgo llamó la atención de expertos en todas partes del mundo, pero no puede tomarse como una evidencia categórica: "Este diente tiene características muy similares a los dientes de algunos animales venenosos –explica Tom Holtz, paleontólogo norteamericano de la Universidad de Maryland–, pero no es una prueba incuestionable sobre la existencia de terápodos venenosos". Aranda Manteca y Rodríguez lo saben y, montados en su entusiasmo, seguirán buscando nuevas pistas.

CELULAS FOTOVOLTAICAS ORGANICAS

nature La energía solar es gratuita, inagotable y no contamina. Pero para utilizarla a grandes escalas harían falta gigantescos paneles de células fotovoltaicas, los dispositivos que convierten la luz del Sol en electricidad. Pero como las células fotovoltaicas están hechas con láminas de silicio, su costo es muy elevado en relación con la energía eléctrica que producen. Por eso, son muy pocas las grandes plantas de energía solar que hay en el mundo (sólo algunas en Estados Unidos, Japón y Europa). Y es una pena, porque todos los días el Sol envía a la Tierra 10 mil veces más energía de la que el mundo entero necesita para funcionar. Pero un grupo de investigadores norteamericanos de los Laboratorios Bell parece haber encontrado una salida: en lugar de silicio, ellos están probando células fotovoltaicas hechas con pentaceno, un material semiconductor orgánico mucho más barato. Según J. Hendrik Schön y colegas de los laboratorios Bell, el pentaceno no es tan efectivo como el silicio para convertir la luz en electricidad (tiene un rendimiento del 4,5 por ciento, contra el 10 por ciento del silicio), pero podría fabricarse en masa a bajo costo y colocarse sobre enormes planchas de plástico. Así, a pesar de su menor rendimiento, el pentaceno permitiría construir paneles solares muchísimo más grandes y rendidores que los actuales.

Partículas se buscan

Podría ser el descubrimiento en física más importante de las últimas décadas: se trata del bosón de Higgs, una clave esencial para comprender el microcosmos y el origen de la masa.

POR ALICIA RIVERA
El País de Madrid

Los físicos creen que en el acelerador LEP lograron ver con mucho detalle el Higgs –la nueva partícula elemental– y quieren tirar de él para sacarlo de las tinieblas del conocimiento y verle la cara. "¡No sólo la cara, sino todo el cuerpo!", exclama Patrick Janot, coordinador de los experimentos del acelerador, en los que participan unos dos mil físicos e ingenieros.

La sorpresa del Higgs en realidad es una incógnita porque lo que han registrado los físicos son unas señales que pueden perfectamente ser la perseguida partícula –con una masa de 115 gigaelectronvoltios (GeV)–, pero también un simple resultado estadístico. Con la incertidumbre del CERN el tema de la partícula está en plena ebullición, mientras el LEP está apagado desde los primeros días de noviembre y los científicos piden que se abra seis meses en el próximo año para continuar los experimentos y saber si han hecho el descubrimiento sensacional.

DECLARACIONES A FAVOR

Las declaraciones a favor de reabrir el LEP por unos meses se acumulan. "Me gustaría que dejaran a los científicos de LEP seguir buscando el Higgs el año que viene y que Europa lo encontrara porque el CERN es la única gran organización que ha tenido éxito en la colaboración científica europea", dijo Martinus Veltman, Premio Nobel de Física 1999. Los acontecimientos se han complicado en las últimas semanas por decisiones de la política científica comunitaria. El LEP (alojado en un túnel de 27 kilómetros de circunferencia en la frontera entre Suiza y Francia cerca de Ginebra) lleva 11 años funcionando con enorme éxito, pero los físicos que toman datos en sus cuatro detectores (Aleph, L-3, Delphi y Opal) han estado siempre con un ojo avizor para detectar este bosón de Higgs, de masa desconocida.

La energía de LEP se ha ido aumentando y aparecieron los primeros indicios de Higgs. Llegó septiembre y en vez de cerrar el acelerador, como estaba previsto, se decidió continuar con los experimentos hasta noviembre. Tras la prórroga, el director del CERN afirmó hace pocos días: "Los nuevos datos sobre el Higgs no son suficientemente concluyentes para justificar el funcionamiento de LEP en 2001". Las voces de los científicos europeos no se han hecho esperar: "Higgs puede estar a la vuelta de la esquina y se debe hacer todo lo posible para clarificarlo", afirma Belén Gavela, física teórica de la Universidad Autónoma de Madrid. "El riesgo científico que conlleva no dejar que LEP funcione durante 2001 es demasiado grande; no he oído a nadie un solo argumento científico serio a favor de cerrarlo ahora", agrega.

¿Cómo se encuentran partículas en un detector de LEP? Es dificilísimo de hacer y de analizar, pero en esencia es fácil de comprender. Los electrones y los positrones chocan en el centro de los detectores y se generan nuevas partículas cuyas trazas se registran. Con ellas los físicos reconstruyen las partículas creadas. En el LEP, "Higgs se crea a la vez que un bosón Z, cuya masa conocemos muy bien, y Higgs se desintegra en una pareja de quarks b", explica Chiara Mariotti, de Delphi. "Como sabemos que la energía de la colisión inicial es 206 GeV y que el Z tiene una masa de 91 GeV, la masa de Higgs debe ser 115 GeV en este caso."

Pero no todo es tan fácil porque el registro puede ser Higgs u otras desintegraciones y efectos del experimento. "Lo vimos es perfectamente compatible con que exista un Higgs en el límite de donde podemos llegar con LEP, pero también puede ser una fluctuación estadística, no podemos saberlo ahora", aclara el físico español Frederic Teubert, de Aleph. La prórroga de seis meses solicitada para LEP será suficiente para salir de dudas si se aumenta un poco, como parece posible, la energía de las colisiones de forma que se sacarían más datos en menos tiempo, explica Janot. "Ahora tenemos una probabilidad de error de un uno por ciento y queremos reducirla a uno por un millón para llegar al verdadero descubrimiento."

¿EUROPA VS. ESTADOS UNIDOS?

"Lo que se discute ahora no es una cuestión de LEP versus LHC, sino que lo que se está discutiendo ahora es sobre Física", puntualiza Gavela. El LHC se instalará en el mismo túnel, será mucho más potente aunque es un colisionador diferente, y se hará con otros socios, incluidos los Estados Unidos. Su objetivo es la caza del Higgs y de nuevas partículas que podrían existir y los físicos destacan su importancia porque, aunque Higgs se viese ya en el LEP, sólo en el LHC podrían estudiarse sus características a fondo.

Pero en cinco años los estadounidenses tienen una oportunidad con su acelerador Tevatron (Chicago) de encontrar el Higgs, si tiene la masa aproximada que LEP puede estar viendo. Para algunos, abandonar la caza en Europa y cerrar el viejo acelerador es servir en bandeja de plata el gran descubrimiento a los norteamericanos, que podrían, dado que el director del CERN ha dicho que los indicios en LEP "no son significativos", no reconocer que los primeros pelos del muñeco asomaron en el Viejo Continente.

EL ORIGEN DE LA MASA

POR ALVARO DE RÚJULA *

Aunque no del todo, entendemos sorprendentemente bien lo que son las cosas, y cómo funcionan. Me refiero sólo a su funcionamiento a nivel microscópico, claro. Elementales son aquellas partículas que no están compuestas –que sepamos– de otras aún más elementales. El Higgs –que tanto revuelo está armando en Europa– no es una partícula como otra cualquiera: es la pieza más codiciada, como hemos de ver.

Las partículas y su comportamiento (las interacciones entre ellas) están descritas por el Modelo Estándar. El modelo es como el ajedrez: diferentes piezas (las partículas) y unas pocas reglas de juego. Un sinfín de posibilidades (las propiedades de todo lo que sabemos que existe) podrían en principio deducirse del comportamiento de unas pocas piezas, también como en el ajedrez.

Las piezas del Modelo Estándar son una docena y media. Algunas tienen masa y otras no. La masa es esa propiedad que implica un cierto esfuerzo al poner en movimiento una partícula en reposo; de ahí que se hable de masa inercial (recuerde el lector que en la Teoría de la Gravitación de Einstein, que incluyo en la definición de Modelo Estándar, la masa gravitacional, responsable del peso de las cosas, no es algo independiente).

El fotón –la partícula de luz– no tiene masa. Una de las reglas del Modelo Estándar, una simetría (algo así como la posición inicial de los alfiles y torres) prohíbe que nada le genere una masa al fotón. Esta simetría es una receta absoluta contra la obesidad, un sortilegio que evita también que puedan engordar otras dos partículas (el gravitón y el gluón). Pero el resto de ellas pueden adquirir masa y, de hecho, la tienen (con la debatible excepción de los neutrinos, para quienes las reglas no están aún del todo establecidas).

El electrón y su primo el muón, por ejemplo, son dos partículas idénticas, excepto en el valor concreto de sus masas. ¿De dónde proceden éstas y por qué tienen los valores que tienen? La respuesta a la primera pregunta, en el Modelo Estándar, es una de sus reglas: el llamado mecanismo de Higgs, nombre que honra injustamente tan sólo al eminente físico escocés, Peter Higgs.

Básicamente funciona así: el vacío, curiosamente, no esta vacío del todo, sino permeado por una esencia continua, llamada un campo (sabrá el lector avisado que, a diferencia del viejo éter, este campo no contradice la Teoría de la Relatividad). El electrón y el muón sufren una especie de fricción con este campo: esa fricción es la masa o inercia. Las diferentes masas son distintas porque los coeficientes de fricción lo son. Así de tonto.

Menos tonto es el hecho de que al campo que permea el vacío, como a todo otro campo, se le puede hacer vibrar, tipo como a la gelatina. Así como las vibraciones del campo electromagnético son partículas de luz, las del campo de Higgs son partículas de Higgs. El descubrimiento de dichas partículas, con las propiedades muy concretas que el Modelo Estándar les confiere, sería un paso crucial en el entendimiento del origen de la masa: uno de los mayores misterios actuales para la ciencia.

El mecanismo de Higgs hace "oler a quemado": los coeficientes de fricción que explican los valores concretos de las masas se ponen a mano. Por eso es aún más importante estudiar experimentalmente las partículas de Higgs, si es que existen. Quizás la naturaleza nos dé –como otras tantas veces– la pista que nos falta para entenderla aún más a fondo.

Los datos obtenidos por los experimentos del LEP son relativamente escasos, pero se parecen, como gotas de agua, a los predichos por el mecanismo de Higgs. Quizás estemos en el umbral de un descubrimiento de talla mayúscula. Dejarlo escapar sería como concluir una partida de ajedrez sin saber si el jaque era mate.

** Físico teórico del Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN).*

LIBROS Y PUBLICACIONES

EXACTAMENTE
número 18

El último número de *Exactamente* continúa un debate crucial: ¿Qué ciencia queremos los argentinos? Alrededor del plan oficial lanzado por la *Secretaría para la Tecnología, la Ciencia y la Innovación Productiva*, y la respuesta de la comunidad científica debaten el doctor Alberto Kornhblith, Fernando Vilella y Jorge Geffner. Bajo la misma luz, Carmelo Polino presenta un informe sobre el Proyecto Genoma Humano y la conflictiva relación público-privado que el secuenciamiento trajo aparejada.

Además de toda la actividad científico académica, el último número de *Exactamente* reproduce la *Milonga de Galileo y el taura*, de Leonardo Moledo. **F.M.**

AGENDA CIENTIFICA

MAESTRIA EN ALIMENTOS
Las Facultades de Ciencias Exactas, Ciencias Agrarias y Forestales, Ingeniería y Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Plata informan que se encuentra abierta la inscripción para la *Maestría en Tecnología e Higiene de los Alimentos*, ciclo lectivo 2001, hasta el 22 de diciembre. Informes e inscripción: Calle 47 y 116, La Plata. Tel.: (0221) 4-254-853.

SEMINARIO DE BIOTECNOLOGIA
La Universidad Nacional de Quilmes organizará el próximo lunes y martes el seminario *Biotecnología Italia-Argentina, Cooperación para el desarrollo económico y social.* La entrada será libre y gratuita y las vacantes, limitadas. Informes: 4365-7137. E-mail: vposgrado@unq.edu.ar

FINAL DE JUEGO

donde se da la solución al problema de los gatos y se propone otro enigma felino

POR LEONARDO MOLEDO

–Las respuestas esta vez anduvieron bastante flojas –dijo el Comisario Inspector Díaz Cornejo–. Y es que la intuición con las probabilidades es difícil. Recordemos el problema: tenemos dos gatos y sabemos que por lo menos uno de ellos es macho ¿Qué probabilidades hay de que los dos sean machos.? La mayoría de las respuestas coincidieron en la respuesta habitual: que la probabilidad es del cincuenta por ciento, y no es así.

–Claro que no es así –dijo Carnap–.

–Demos la solución –dijo el Comisario Inspector–. La probabilidad es de un tercio. Por la siguiente razón.

Las combinaciones posibles son cuatro: MM, MH, HM, HH, donde M significa macho y H hembra, obviamente. Como sabemos que uno de los dos es macho, la cuarta queda descartada y los casos son tres: MM, MH, HM. La posibilidad de que los dos sean machos es, entonces, una entre tres.

Y ahora propongamos una variante del problema: otra vez hay dos gatos. Uno es siamés y el otro persa. El siamés es macho ¿Qué probabilidades hay de que los dos sean machos?

¿Qué piensan nuestros lectores? ¿Cuál es la probabilidad?